### PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number:

2001-237751

(43)Date of publication of application: 31.08.2001

(51)Int.CI.

H04B 7/06 H04B 1/04 HO4B 1/10 H04B 1/18 H04B 7/08 H04J 3/00

(21)Application number: 2001-003612

(71)Applicant: LUCENT TECHNOL INC

(22)Date of filing:

11.01.2001

(72)Inventor:

FOSCHINI GERARD JOSEPH

LOZANO ANGEL

RASHID-FARROKHI FARROKH

VALENZUELA REINALDO A

(30)Priority

Priority number : 2000 482429 Priority date : 13.01.2000

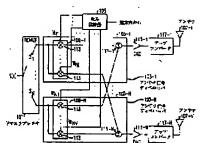
Priority country: US

#### (54) METHOD AND DEVICE FOR TRANSMITTING SIGNAL IN COMMUNICATION SYSTEM AND TRANSMITTER AND RECEIVER USED IN MIMO SYSTEM

#### (57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a method and a device which can process signals to be transmitted from various antenna, for improving the capability of a receiver that extracts these transmitting signals from the received signals, regardless of some correlations in a MIMO system.

SOLUTION: The number of bit streams to be transmitted simultaneously is adjusted and decreased, according to the correlation level, and at the same time plural versions of every bit stream weighted in various ways are transmitted at the same time. These weighted versions are coupled together for generating a singlecoupled weighting signal. A receiver processes the received signals, as through all signals arrived at a receiving antenna with no correlation. A weight vector can be decided with a forward channel transmitter, by making use of the channel characteristic of a forward link that is notified to a transmitter of a forward link when the channel characteristic is transmitted from a receiver of a forward link via a transmitter of a reverse link.



#### **LEGAL STATUS**

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(12) 公開特許公報(4)

**<u>体間2001</u>** —237751 (11)特許出版公開每号

作的2001—237751A) 平成13年8月31日(2001.8.31)	チーマント・(数数)			W	4		人物·一种特殊 化二种 10 10 10 10 10 10 10 10 10 10 10 10 10
が ) ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・		2/08	1/04	1/10	1/18	1/08	Brid Confirmation C.1
	P I	H04B					Atten Ch
(±)							SECOND SECOND
	42000						
		90/1	1/04	1/10	1/18	2/08	

(51) Int.C. H04B

(21) 田田田中	(VICTO01-3612(P2001-3612)	(71)出間人 596077259	596077259
			ルーセント アクノロジーズ インコーボ
日期(22)	平成13年1月11日(2001.1.11)		レイデッド・・・
			Lucent Technologies
(31) 值先指出现符号	(31) 優先権主頸部号 09/482429		Inc.
(32) 優先日	平成12年1月13日(2000.1.13)		アメリカ合衆国 07874 ニュージャージ
(33)優先格主頭団	(SD) 阻米		一、マレーヒル、マウンデン アベニュー
			600 - 700
		(74)代理人 100081053	100081053
	•		井理士 三段 弘文
	-		

過信システム中で信号を送信するための方法および数置および送信機およびMIMOシステム中 で使用するための交信権 (54) [発明の名称]

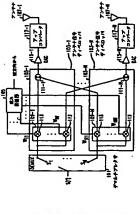
最終買に続く

(67) [原色]

MIMOシステムにおいて、様々なアンテナ 交信された信号からそれらを抽出する受信機の能力を改 事するように処理することを可能にする方法および装置 から遊信される信号を、いくらかの相関にも関わらず。 な物質するにと。 (EN.ES)

(解決中段) 国時に送信されるピットストリームの数 4、 11階のフスラに依存して関節されて双少されのため 一方、做々に重み付けされた各ピットストリームの複数 のベーションが国際に協信される。彼々に何み付けされ たパージョンは、1つの結合された風み付け信号を生成 **テナに金ての信号が到達したと同じように、受信された** 信中を処理する。日みペクトルは、浴力回リンクの治師 協により順方向リンクの受信機から送信されることによ り、収方向リンクの送信機に知らされる収方向リンクの するように結合される。受信機は、相関なしに受信アン チャネル特性を使用して、優方向チャネル送信機により

快加することができる。



[特許請求の範囲]

**頃方向チャネルを介して送信するN個の送信アンテナを** るための逆方向チャネルを有する通信システム中で信号 ナのうちの2つまたは3つ以上により受信される信号中 崩えた送信機および前配受信機から前配送信機へ通信す を送信するための方法であって、前記し個の受信アンテ 前記N個の送信アンテナから前記L個の受信アンテナへ 「財水項1」 L個の受信機Tンテナを有する受信機へ に相関が存在する可能性があるものにおいて、

送信され得る独立の信号の数の各々に対して送信される べきデータサプストリームを、データストリームから生 析記N個の送信アンテナから前記L個の受信アンテナへ 送信され得る独立の信号の数を決定するステップと、 成するステップと

サブストリームあたりN個の重み付けされたサブストリ ームを生成するために、1つの虫みを前記N個の送信アンテナの各々に対して、前記サブストリームの各々をN 国の重みで虫み付けするステップと、

竹記送信アンテナの各々に対する送信信号を生成するた めに、前記送信アンテナの各々に対して、前記サブスト リームの各々から生成された前配重み付けされたサブス トリームのうちの1つを結合するステップとを有するこ とを特徴とする方法。

[請求項2] 前記送信信号を、前記アンテナの各々1 つから送信するステップをさらに有することを特徴とす 5階水項1配錠の方法。

【請求項3】 前記重みを前記逆方向チャネルにより受 **信するステップをさらに有することを特徴とする請求項** 【請求項4】 | 前記置みは、前記逆方向チャネルを介し て前配受信機から受信されたチャネル情報および干渉共 分散の関数として、前記送信機により決定されることを 1配載の方法。

zi= [zil. ..., zin] からなり、iは1からNまで

化された重みペクトルは、個別の正規化された重み2,

骨列式H ↑ (KM) H=U↑Λ2Uを解くステップと、 **存徴とする情水項1配載の方法。** [辦水項5] 前配宜みは

事立方程式

$$\begin{array}{ccc} & (\lambda^t)^{2^t} \\ \text{3.5.5} \\ & \sum \tilde{\lambda}^t = P \end{array}$$

をゝについて解くことにより、前記固有値えをウォータ Φ=U<sup>†</sup>diag (1~1, ..., 1~4) Uの行列Φを定機 ーフィリングするステップと、 その中の前記虫みの各々は、 するステップと、

であり、 jは1からNまでの監数である非正規化された 菌みベクトルwi=[wil. ···· wiN]を生成するステップとにより決定され、ここで、

H<sup>↑</sup> は、前配チャネル応答行列Hの共役転置行列であ Hは、チャネル応答行列であり、

Λは、Λ=diag (11, ..., 1<sup>II</sup>) として定義される対 Uは、単位行列であり、その各行は、H<sup>†</sup> (KN) Hの KN は、干渉共分散行列であり 固有ペクトルであり

Mは、前配独立の信号の数に対応する非ゼロ固有値の最 11, ..., 14は、HT(KM) 日の各固有値であり、 角作列であり、

kは、1からMまでの整数の指数であり U<sup>†</sup> は、行列Uの共役転置行列であり、 大数であり、

pは、送信される電力であり、

そのアーギュメントが正であるときアーギュメント自体 各1~は、各重みペクトルに対する電力を表す中間変数 +は、そのアーギュメントが負であるときゼロに戻り、 に戻るオペレータであり

C\$9.

行列 $\phi$ の各列は、 $\phi$ =  $[z_1, \ldots, z_N]$  により示される正規化された直みペクトルとして使用され、前配正規 diagは、様々なえ~ が、行列中の主対角線のエレメン トとして配置されることを示し、

ナのうちの2つまたは3つ以上により受信される信号中 【精束項6】 L個の受信機アンテナを有する受信機へ **収方向チャネルを介して送信するN個の送信アンテナを** 加えた送信機および前記受信機から前記送信機へ通信す るための逆方向チャネルを有する通信システム中で信号 を送信するための装置であって、前記1個の受信アンテ の整数であることを特徴とする精水項1配数の方法。 に相関が存在する可能性があるものにおいて、

前記N個の送信アンテナから前記L個の受信アンテナへ **杮記N個の送信アンテナから前記L個の受信アンテナへ 送信され得る独立の信号の数の各々に対して送信される** ペきデータサブストリームを、データストリームから生 法信され得る独立の信号の数を決定するための手段と、 成するための手段と

サプストリームあたりN個の由み付けされたサプストリ ンテナの各々に対して、前記サプストリームの各々をN ームを生成するために、1 つの重みを前記N個の送信プ

**加記法はアンテナの各々に対する法信信号を生成するた** りに、前記送信アンテナの各々に対して、前記サブスト 個の重みで重み付けするための手段と、

(

リームの各々から生成された前配置み付けされたサブス トリームのうちの1つを結合するための年段とを有する ことを特徴とする被値。 【辨求項7】 し個の受情機アンテナを有する受信機へ 何方向チャネルを介して送信するN個の送信アンテナを るための逆方向チャネルを有する通信システム中で信号 を送信するための装置であって、前配し銀の受信アンテ ナのうちの2つまたは3つ以上により受信される信号中 備えた设信機および前配受信機から前配送信機へ通信す に相関が存在する可能性があるものにおいて、

析記N個の送信アンテナから前記L個の受信アンテナへ 送信され得る独立の信号の数の各々に対して送信される ベきデータサブストリームを、データストリームから生 **前記N個の送信アンテナから前記L個の受信アンテナ〜** 送信され得る独立の信号の数を決定するための手段と、 成するための年段と、

ンテナの各々に対して、前配サプストリームの各々をN サプストリームあたりN個の重み付けされたサプストリ ームを生成するために、1つの虹みを前記N個の送信プ 個の血みで面み付けするための甲段と、

めに、動配设備アンテナの各々に対して、動配サプスト トリームのうちの1つを結合するための年段とを有する 前配送信アンテナの各々に対する送信信号を生成するた リームの各々から生成された前配田み付けされたサブス ことを修復とする被置。

|請求項8| 前記送信機は、前記重みを生成するため [開水項9] 前配送信機は、前配置みを配倍するため

「請求項10」 前記法信機は、前配重みを生成するた めの年段を含むことを特徴とする精水項?記載の裝置。 の平段を含むことを特徴とする情味項7配載の装置。 の甲段を合むことを特徴とする諸水項7配数の装置。

【請求項11】 L個の受信機アンテナを有する受信機 ンテナのうちの2つまたは3つ以上により受信される信 送信され得る独立の信号の数の各々に対して送信される するための逆方向チャネルを有する通信システム中で信 **前配N個の送信アンテナから前記1個の受信アンテナへ** へ版方向チャネルを介して设備するN個の设備アンテナ を備えた送信機および前配受信機から前配送信機へ通信 **身を送信するための送信機であって、前記し個の受信7 身中に相関が存在する可能性があるものにおいて、** 

ンケナの各々に対して、前配サプストリームの各々をN サプストリームあたりN個の菌み付けされたサプストリ 前配送信アンテナの各々に対する送信信号を生成するた - 4を生成するために、1つの瓜みを前配N個の送信ア 個の町みで田み付けするためのマルチプレクサと、

めに、前配设備アンテナの各々に対して、前配サブスト リームの各々から生成された前記虫み付けされたサブス

トリームのうちの1つを結合するための加算器とを有す

べたゲータサブストリームを、ゲータストリームから生

扱するためのデマルチプックサイ、

ムの各々を変換するためのデジタル/アナログコンパー タをさらに有することを特徴とする精水項11記載の送 [請求項12]・ 前配結合された重み付けサブストリー ることを修復とする液価機

前記アナログ変換された結合された重 み付けサブストリームの各々を無線風波数に変数するた めのアップコンパータをさらに有することを特徴とする 請求項11記載の送信機。 [請求項13]

「精吹項14」 前記虫みは、前記逆方向チャネルを介 して前記受信機から受信された順方向チャネル応答の前 記述信機において決定されることを特徴とする情求項1 記推定値および前記干埗共分散行列推定値に広じて、 1記載の法信機。

れ、前配逆方向チャネルを介して前配送信機に送信され 前記重みは、前記受信機中で決定さ F列共H ↓(KN)H=U ↑ V2Uを解くステップと、 ることを特徴とする糖水項11記載の送信機。 [請求項16] 前記題みは、 [請求項15] **堪立方程式** 

および

 $\sum_{i} \tilde{\lambda}^{k} = P$ 

Φ=U<sup>†</sup>diag (ス~l, ..., ス~W) Uの行列Φを定機 をゝについて烙くことにより、哲配固有質えをウォーク ーフィリングするステップと、 その中の前記虫みの各々は、 するステップと、 [数2]

であり、」は1からNまでの数数である非正規化された 町みペクトルwj= [wil, ..., wiN] を生成するステ HT は、前記チャネル応答行列日の共役転置行列であ ップとにより決定され、ここで、 Hは、チャネル応答行列であり、

Uは、単位行列であり、その各行は、H † (KN) Hの Λft. Λ=diag (λ<sup>1</sup>, ..., λ<sup>μ</sup>) として定義される対 KN は、干砂共分散行列であり、 因有ペクトルであり、 角行列であり、

Mは、前配独立の信号の数に対応する非ゼロ固有値の最 ス゚, ..., スムは、H ↑ (KN) Hの各固有値であり、 大数であり、

kは、1からMまでの整数の指数であり、 U t は、行列Uの共役転置行列であり、 pは、送信される電力であり、

そのアーギュメントが圧しめるときアーギュメント自体 +は、そのアーギュメントが負であるときゼロに戻り、

各1~は、各重みベクトルに対する電力を表す中間変数 に戻るオペワータであり、

diagは、鎌々なえ~ が、行列やの主対角線のエレメン

行列 $\phi$ の各列は、 $\phi=\{z_1,\ldots,z_N\}$ により示される正規化された重みベクトルとして使用され、前配正規 zi= [zii, ..., zin] からなり、iは1からNまで 化された虫みベクトルは、個別の正規化された虫み2, の監数であることを特徴とする請求項11記載の送信 トとして配置されることを示し、

【精水項17】 前記法信機および受信機は時分割多重 (TDD) を使用して通信し、前配重みは、前配送信機 に対して前配逆方向リンクの受信機により決定された順 方向チャネル応答の権定値を使用して前記送信機中で決 定されることを特徴とする請求項11記載の法信機。 【精水項18】 L個のアンケナと、

前記受信機により受信されている順方向チャネルに対す 「個のダウンコンベータと、

ータとを有することを特徴とするM I MOシステム中で る干砂共分散行列の推定値を決定するためのエスティメ 使用するための受信機。

【請求項19】 前記受信機により受信されている順方 向チャネルに対するチャネル応答の推定値を決定するた 前記逆方向チャネルに対して、前配干砂共分数行列の推 めのエスティメータと、

[諸求項20] 前配受信機により受信されている順方 向チャネルに対する干渉共分散行列の推定値を決定する 定値およびチャネル応答の推定値を受信機に送信するた めの逆方向チャネルのための送信機とを有することを特 做とするMIMOシステム中で使用するための送信機。 たむのエスティメータと、

前記受信機により受信されている煩方向チャネルに対す るチャネル応答の推定値を決定するためのエスティメー

前記推定値の関数として、データストリームを前記を前 受信されている順方向チャネルに対するチャネル応答の 前記受信機により受信されている瓜方向チャネルに対す る干渉共分散行列の前配推定値および前配受信機により 記受信機に送信するために、前記順方向チャネルの送信 機により使用するための重みを計算するための重み計算 路とを有することを特徴とするMIMOシステム中で使 用するための受信機。

[請求項21] 前記重みを前記逆方向チャネルのため の受信機へ送信するための逆方向チャネルのための送信

機をさらに有することを特徴とする請求項20記載の受

【糖水頂22】 L個のアンテナと、

前配受信機により受信されている順方向チャネルに対す し個のダケンコンベータと、

る干渉共分散行列の推定値を決定するためのエスティメ

前記受信機により受信されている順方向チャネルに対す るチャネル広谷の推定値を快加するためのエスティメー ゲータストリームを前記受信機に送信するための前記鏡 方向チャネルの送信機により使用するための重みを計算 するための虫み計算器とを有し、

F列式H ↑ (KN) H=U ↑ A²Uを解くステップと、 前配缸みは、 国立方程式

および

 $\sum_{i} \tilde{\lambda}^{k} = P$ 

をゝについて解くことにより、前配固有値えをウォータ Φ=U<sup>†</sup>diag (1~1, ..., 1~W) Uの行列Φを定義 ーフィリングするステップと、 するステップと

その中の前記虫みの各々は、 [数2]

 $\sqrt{\tilde{\lambda}}^{2}z_{y}$ 

であり、jは1からNまでの整数である非正規化された 皿みペクトルw!= [wil, ..., wiN] を生成するステ ップとにより決定され、ここで、 Hは、チャネル広答行列であり

H \* は、前記チャネル応答行列Hの共役仮置行列であ

Uは、単位行列であり、その各行は、HT(KN)Hの KN は、干砂共分散行列でわり、 因有ベクトルであり、

Λは、Λ=diag (λ1, ..., λ<sup>M</sup>) として定義される対 11, ..., 1<sup>M</sup>は、H<sup>†</sup> (K<sup>N</sup>) Hの各固有値であり、 角行列であり、

Mは、前記独立の信号の数に対応する非ゼロ固有値の最 大数であり、

U<sup>†</sup> は、行列Uの共役転置行列であり、 kは、1からMまでの監数の指数であり

トは、そのアーギュメントが負であるときゼロに戻り、 pは、送信される電力であり、

そのアーギュメントが圧むめるとをアーギュメント自体 に取る そくフータ かもり、

各ューは、各点みベクトルに対する魅力を安す中間安散

行列のの各列は、Φ= [z1, ..., zN]により示され dingは、様々なえ~ が、行列のの主対角線のエレメン トとして配信されることを示し、

化された血みペクトルは、値別の正規化された重分。. \*|= [\*||....\*||<sup>]</sup> からなり、||は1からNまで の数数であることを特徴とするMIMOシステム中で使 る正規化された重みペクトルとして使用され、前配正規 用するための受信機。

[請求項23] L個の受信機アンテナを有する受信機 へ限方向チャネルを介して送信するNGの送信アンテナ するための逆方向チャネルを有する通信システム中で信 アナのうちの2つまたは3つ以上により受信される信号 首配信号を形成するステップの一部として、 前配信号を形成するステップの一部として、 前配信号を形成するステップの一部として、 前配信号を形成するステップの一部として、 前配信号を形成するステップの一部として、 前配信号を形成するステップの一部として、 前配信号を形成するステップの一部として、 前配信号を形成する。 アンデナを介して送信されるへきゲータから得られたサ を備えた遺信機および前配受信機から前記遺信機へ通信 **母を送信するための方法であって、前配し値の受信アン 的RN個の送信アンテナから前配し個の受信アンテナ〜** 送信され得る独立の信号Mの数を快走するステップを有 プストリームに対する重みを決定するプロセスにより、 中に相関が存在する可能性があるものにおいて、 し、世記似みは、

$$\tilde{\lambda}^k = (\nu - \frac{1}{(\lambda^k)^2})^*$$

 $\sum_{i} \tilde{\lambda}^{k} = P$ 

かっについて解くことにより、前記固有値えをウォータ Φ=U<sup>†</sup>ding (1~l, ..., 1~ll) Uの行列Φを定義 ーフィリングするステップと、 その中の前記載みの各々は、 するステップと、

Ti'zu

(\$ \$ 3)

であり、jは1からNまでの監験である非正似化された 国みペクトルwi= [wil. ... wiN] を生成するステ H^は、前記チャネル応答行列Hの弁役転置行列であ ップとにより快走され、ここで、 Hは、チャネル応袖行列かわり

KN は、平砂共分散行列であり、

œ

Uは、単位行列であり、その各行は、H<sup>†</sup>(K<sup>N</sup>)Hの 固有ペクトルであり

**Λは、Λ=diag (1<sup>1</sup>, ..., 1<sup>4</sup>) として定義される対** 4行列であり、

Mは、前配独立の信号の数に対応する非ゼロ固有値の最 11, ..., 1Mは、H↑ (KN) Hの各因有値であり、 大数であり、

xは、1からMまでの監督の指数であり、 U<sup>↑</sup> は、行列Uの共役転置行列であり、

った、送信される魅力であり、

そのアーギュメントが圧むめるときアーギュメント自体 +は、そのアーギュメントが負であるときゼロに戻り、

各えでは、各重みペクトルに対する電力を表す中間変数 に戻るオペワータでもり、

diagは、様々なえ~ が、行列やの主対角線のエレメン 7.83

**行列Φの各列は、Φ= [z1, ..., zN] により示され** る正規化された重みペクトルとして使用され、前配正規 zi= [zij. ..., zin] からなり、iは1からNまで 化された缸みベクトルは、個別の正規化された缸み2. の監数であることを特徴とする方法。 トとして配置されることを示し、

[発明の詳細な説明]

[000]

H列式H ↑ (KN) H=U ↑ A<sup>2</sup>Uを解くステップと、

造立方程式

[発明の属する技術分野] 本発明は、ワイヤレス通信に 係り、特に、送信機において複数のアンテナを使用しか **つ受信機において複数のアンテナを使用するワイヤレス** 温信システム、こむゆるトルチプゲインプット・レルチ プルアウトプット (MIMO) システムに関する。 [0002]

| 棋来の技術 | マルチプルインプット・セルチプルトウ プラーンヤナなシングラーンケナのシステムに比えて聲 的に容量を増大させることができることがこの技術分野 即ちシングルアンテナ対シングルアンテナまたは レルチ トプット (MIMO) システムは、シングルアンテナ、 においてよく哲られている。 [0003]

めに、セルチプル受信アンテナに到過する様々な信号が 主に相関性がないようなリッチスキャッタリング環境が あることが好ましい。これらの信号がある程度の相関を [発明が解決しようとする課題] しかし、この改良のた 有する場合、そしてそのような相関が無視される場合、 パフォーマンスが低下しかつ容量が減少する。 [0004]

受信された信号からそれらを抽出する受信機の能力を改 [謀題を解決するための年段] 我々は、いくらかの相関 にも関わらず、そのつべかの相関のチャネルで適成され 得る最高の性能および容量を得るように、MIMOシス テムにおいて信号を生成する方法を発明した。本発明の 原理によれば、様々なアンテナから送信される信号は、

算するように処理される。より具体的には、同時に送信 各アットストリームの複数のページョンが同時に送信さ が相関がないようにされたと同じように受信された信号 されるピットストリームの数が、相関のレベルに依存し て、関節され、例えば低減され、様々に重み付けされた て、各アンテナについての1つの結合された重み付け信 号、いわゆる「送信ペクトル(transmit vector)」を生 成する。受信機は、受信アンテナに到達する全ての信号 れる。様々に重み付けされたページョンは、結合され

リンクの送信機に知らせた順方向リンクのチャネル特性 向リンクのチャネル特性を使用して限方向チャネル受信 **既により決定され、快定された重みベクトルは、逆方向** [0006] 重みペクトルを決定するために使用される チャネル特性は、送信機から受信機へのチャネル応答お よび受信機において測定された雑音および干渉の共分散 (weight vector) は、逆方向リンクの送信機により順 方向リンクの受信機から送信されることにより、順方向 本発明の別の実施形態において、重みベクトルは、頗方 リンクの送信機により原方向リンクの受信機から送信さ を使用して、順方向チャネル送信機により快定される。 れることにより、順方向リンクの送信機に知らされる。 厅列(covariance matrix)を含み得る。

[0000]

[発明の実施の形態] 機能ブロック「プロセッサ」を含 セッサにより提供される場合、機能は、単一の専用プロ セッサにより、単一の共用プロセッサにより、またはそ のうちのいくつかが共用されうる複数の個々のプロセッ ドウェア並びに適切なソフトウェアとの間違でソフトウ ェアを実行することができるハードウェアを含む。プロ む図画に示された様々なエレメントの機能は、専用ハー サにより提供され得る。・・

ことができるハードウェアのみを排他的に指すものと解 ラ」の用語の明示的な使用は、ソフトウェアを実行する ア、ソフトウェアを配位するためのリードオンリメモリ (ROM)、ランダムアクセスメモリ (RAM) および 【0008】また、「プロセッサ」または「コントロー が、デジタルシグナルプロセッサ (DSP) ハードウェ 釈されるべきではなく、これに限定されるものでない 不揮発性配位装置を暗示的に含み得る。

ドウェブも、含まれ得る。同様に、図面に示されたスイ ッチは、単に概念的なものである。それらの機能は、プ ログラムロジックの動作により、専用ロッジクによりプ ログラムコントロールの相互作用により、および専用ロ [0009] 従来のおよび/またはカスタムの他のハー ジックにより、または指導により実行されることがで

ノテナを有する受信機へ送信するN個の送信アンテナを 【0010】図1は、順方向チャネル上を1個の受信で

き、設計者により特定の技法が選択可能である。

備えた送信機および受信機から送信機への通信のための 逆方向チャネルを有するM I MOシステムにおいて送信 するための信号を生成するための送信機の例示的な一部 か示し、いくらかの祖閣にも関わらず、そのアベアの相 関のチャネルで適成され得る最高の性能および容量が、 **本発明の原理により得られるようになっている。**  [0011] 図1において、a) デャルチブレクサ (de nux)101、b) アンテナ信号ディペロッパ103-1 ないし103-Nを含むTンテナ信号ディベロッパ10 3、c) 粗み供給器105、d) アンテナ107-1な いし107-Nを含むN個のアンテナ107, e) 11 5-1 ないしょ 1.5-Nを含むデジタル/アナログコン パータ (DAC) 115、およびり) アップコンパータ 117-1ないし117-Nを含むアンプコンパータ1 17が示されている。

10005] 本発明の実施形態において、虹みベクトル

れ得る相関のない信号の数に一致するように減少させら れる。そのような場合において、使用される特定の出力 は、設計者の最良による。例えば、第1のY出力のみが [0012] デマルチプレクサ101は、入力としてデ **ータストリームをとり、入力データストリームから供々** などットをデータサプストリームの各々に供給すること つのデータストリームが、デマルチプレクサ101によ 合、同時に送信されるピットストリームの数は、送信さ 使用される。ここで、Yは送信され得る相関のない信号 により、出力データサブストリームとして供給する。1 り、N個の出力のうちの1つに供給され得る。しかし、 送信され得る相関のない信号の数が減少させられる場 の数である。

**型みプロック109−1ないし109−Nのうちの1つ** および加算粉111-1ないし111-Nのうちの1つ を含む。アンテナ信号ディベロッパ103のうちの各々 において、ゲータサブストリームが、田みブロック10 [0013] 各データサブストリームは、アンテナ信号 ディベロッパ103のうちの対応する1つに供給され る。アンテナ信号ディベロッパ103のうちの各々は、 9のうちの1つの中の原算器113の各々に供給され

に重み値を供給する。本発明の一英施形態において、重 ルを介して受信された情報に応答して、重み値を実際に 受信機において生成され、そして、逆方向チャネルを介 して送信機に供給され、必要とされる時点まで、虫み供 拾弱105に格赦される。本発明の一回面に従って由み [0014] 重み供給器105は、栗箕器113の各々 み供給器105は、図示しない受信機から逆方向チャネ 生成する。本発明の別の実施形態において、重み値は、 を生成するためのプロセスを、以下に説明する。

プストリームをそれが受信する血みと原算する。 得られ る貸は、加算器111のうちのそれぞれ1つに供給され [0015] 原算器113の各々は、それが受信するサ る。特に、各重みブロック109のR番目の原算器によ

り供給される様は、加算器111のR番目のものに供給 ムを供給されない果算器に対して、それらの出力は、設 **叶者により留まれるいずれかの技法により、ゼロになる** 

される。ここで、Rは1ないしNである。サブストリー

(図1) に供給する。

の相関にもかかわらずそのレベルの相関のチャネルで達 生成するための例示的プロセスを、フローチャートの形 [0021] 図3は、本発明の原理に従って、いくらか 成され得る最高の性能および容量が得られるように、L 個の受信機アンテナを有する受信機へ順方向チャネルを 介して送信するN個の送信アンテナを備えた送信機およ び受信機から送信機へ通信するための逆方向チャネルを 有するM I MOシステムにおいて送信するための信号を

受信するデジタル信号をとり、それをアナログベースパ

ンド信号に変換する。DAC115の各々により生成さ れるアナログベースパンド信号は、アップコンパータ1 1705ちのそれぞれ10に供給され、アップコンパー タ117は、ペースパンドアナログ信号を無線周放数信 分にアップコンパートする。アップコンパータ117に より作られる無税周弦数信号は、受信機へポードキャス

1150各々は、加算器111のうちの1つからそれが

[0018]加算器111の各々は、それに入力される 盾号を加算し、得られる和を、DAC115のうちのそ の関連するそれぞれ1つに出力として供給する。DAC

よう保証される。

プロトコルは以下のものである。 第1に、チャネル特性 [0022] 図3のプロセスは、図1および2のハード ぴチャネル広省ユニット20.7 に接続されており、通信 が安定である間の時間の長さを決定することが必要であ ウェアを使用する本発明の実施形態において使用され得 る。ここで、交換器211は、推定干涉共分散行列およ

トのために、アンテナ107のそれぞれ1つに供給され

[0017] 図2は、本発明の原理に従って構成された ナ, 図2は、a) アンテナ201-1ないし201-L を含むし個のアンテナ201、6) ダウンコンパータ2 03-1ないし203-Lを含むダウンコンバータ20 3. c) アナログノデジタルコンパータ205-1ない し205~しを含むアナログノデジタルコンパータ (A DC) 205、d) 推定干砂共分散行列およびチャネル

MIMOシステムのための受信機の例示的な一部を示

られているように、システムが使用されるべき環境の謝 リング段階において実行される。チャネル特性が安定で [0023] これは、典型的には、当業者によりよく知 定を使用して、システムを開発するシステムエンジニア ある時間の長さが知られていると、時間はフレームとし 各フレームは、1つまたは2つ以上のタイムスロットを 占める可能性があるプリアンブルを有する。フレーム、 て考えられ、フレームはタイムスロットに分割される。 したがってタイムスロットは、現実に反復する。

[0024] 図3のプロセスは、各フレームの柏まりに おいて、ステップ301において閉始される。次に、ス テップ303において、受信機における干渉共分散行列 よびチャネル応答ユニット207(図2)のような順方 向リンクの受信機中で決定される。その後、ステップ3 0 5において(図3)、干渉共分散行列KN およびチャ ネル広答行列日が、例えば逆方向チャネルを介して順方 向リンクの遺信機へ、履方向リンクの受信により供給さ KNおよびチャネル応答日が、例えば干渉共分散行列お

1 しへその間反的パージョンを供給する。 ダウンコンパ

ドにダウンコンパートし、得られるペースパンド信号

グ信号を、デジタル殺児に収換し、このデジタル殺児

0.7に気むする。

[0018] アンテナ201の各々は、無様信号を受信 し、ダウンコンパータ203のそのそれぞれの関連する **一タ203の各々は、それが受信する信号をベースパン** を、ADC205のその関連する1つへ供給する。AD C205の各々は、それが受信したペースパンド7ナロ 4、推定干砂共分散行列およびチャネル広省ユニット2 [0019] 推定干渉共分散行列およびチャネル広答ユ ニット207は、通常の方法で、干砂共分散行列の権定 **行列は、複数の迭信アンテナおよび複数の受信アンテナ** 

応答ユニット207、a) 任意的な重み計算器209、

および() 任意的なスイッチ211を示す。

[0025] ステップ307において、例えば重み供給 win] が計算される。 ここで、i は、1 からNまでの数 5. 最初に、行列式H T (KN) H=U T A2Uが解かれ 数である。具体的には、重みは以下のように計算され 器105 (図1) により、 重みwi= [wil, …,

a) Hはチャネル応答行列、

り、十は共役転還行列のためのよく知られたシンボルで b)H<sup>†</sup>は、チャネル広答行列Hの共役転置行列であ

ケャネル応答の推定値は、任意的な重み計算器209に 供給されるか、または逆方向チャネルを介して送信機に 供給される (図1)。 干渉共分散行列の推定値および順 方向行列チャネル応答の指定値が重み計算器209に供 かつ以下に説明するように、使用されるべき国み値を決

給される場合、血み計算器は、本発明の一側面に従って

[0020] 干渉共分散行列の権定値および傾方向行列

が存在するために必要とされる。

値および順方向行列チャネル応答の推定値を生成する。

d)Uは単位行列、その各列は、H t(KM)Hの固有 [0028] c) KN は、干渉共分散行列、 ペクトルである。

o) Aは、A=diag (ス1, ..., スル) として定義され る対角行列であり、11, ..., 1Mは、H<sup>†</sup> (KN) H の各固有値であり、Mは、非ゼロ固有値の最大数であ り、実際に使用され得るサブストリームの数に対応す

ーフィリング (materfilling) j が、ッに対して適立方 程式1~km (v-1/(1k) 2) \*および [0027] そして、よく知られたいわゆる「ウォータ f)U t は、行列Uの共役転置行列である。

で、kは、1からMまでの整数の指数、Pは、送信され を熔くことにより、固有値えについて実行される。ここ る魅力、十は、そのアーギュメントが負であるときゼロ に戻り、そのアーギュメントが正であるときアーギュメ ント自体に戻るオペワータであり、各1~ は、各重み ベクトルに対する魅力を表す中間変数である。

以上から明らかであるように、Mよりも大きな数のどの サプストリームもゼロとなる。これは、Mが、実際に使 年10年みから各サブストリームに対して生成され た血み付けビットは、第1のアンテナの加算器において **加算され、第2の重みから各サブストリームに対して生** 成された重み付けピットは、第2のアンテナの加算器に そのようなゼロサブストリームは、加算器111により 生成される和に寄与しない。そして、プロセスが、ステ おいて加算される。図1に示すように以下同様である。 用され得るサブストリームの数に対応するからである。 ップ315において料了する。

個の受信機アンテナを有する受信機へ順方向チャネルを び受信機から送信機へ通信するための逆方向チャネルを 有するMIMOシステムにおいて送信するための信号を [0031] 図4は、本発明の原理に従って、いくらか の祖間にも関わらず、そのフベアの祖間のチャネルト強 成され得る最高の性能および容量が得られるように、し 介して送信するN個の送信アンテナを備えた送信扱およ 生成するための別の倒示的プロセスを、フローチャート の形式で示す。

|0032| 図4のプロセスは、図1および2のハード 5は、様々な虹みを演算しないが、田み計算器209か ウェアを使用する本発明の実施形態において使用され得 る。ここで、交換器211は、重み計算器209に接換 されており、通信プロトコルは、図3との関係で説明さ れる。図4のプロセスに対して、図1の由み供給器10 5受信された重みを単に配倍し、必要な場合、乗算器1 13のうちの様々なものにそれらを供給する。

[0033] 図4のプロセスは、各フレームの始まりに おいて、ステップ401において開始される。改に、ス テップ403において、受信機における干渉共分散行列 よびチャネル広谷ユニット207(図2)のような順方 向リンクの受信機中で決定される。ステップ405にお いて、例えば笛み供給器105(図1)により、虫みw |- [wil, …, win] が計算される。具体的には、重 KNおよびチャネル広答Hが、例えば干渉共分散行列お みは以下のように計算される。

[0034] 最初に、行列式H <sup>†</sup> (KM) H=U <sup>†</sup> A<sup>2</sup>U が解かれる。ここで、

a) Hはチャネル応答行列、

り、 1 は共役配置行列のためのよく知られたシンボルや b) H「は、チャネル広答行列Hの共役転置行列であ

c) KN は、干砂共分散行列、

d)Uは単位行列、その各列は、H↑(KM)Hの固有 ベクトルである。 e) Aは、A=diag (ス1, ..., ス4) として定能され る対角行列であり、11, ..., 1<sup>M</sup>は、H<sup>†</sup> (K<sup>N)</sup> H の各固有値であり、Mは、非ゼロ固有値の最大数であ り、実際に使用され得るサブストリームの数に対応す

> の各々に対する重み付けピットは、各アンテナ加算器、 例えば、加算器111により結合される。これに関し

 $\sum \tilde{\lambda}^k = P$ および

| 0 0 2 8 | 新しい行列ゆは、ゆ=U <sup>†</sup>diag (1~1, ..., 1~4) Uとして定義され、diagは、他 の全てのエントリがゼロである行列の主対角のエレメン トとして様々な1~が配置されることを示す。行列もの により示される正規化された重みベクトルとして使用さ [zil, ..., ziN] からなる。そして、魚みベクトル w [= [w 1], ..., w IN] は、魚みベクトルに割り当て られるべき電力に基づいて、非正規化することにより秩 各列は、単位電力に基づいて、Φ= [z<sub>1</sub>, ..., z<sub>N</sub>] た、顔みベクトルは、個別の餌み2、2:= だされる。その中の様々な困みは、

 $\sqrt{\hat{\lambda}^i} z_{ij}$ 

リームの各ピットは、そのそれぞれの缸みペクトル中の 重みの名々と乗算されて、各データストリームに対する N個の重み付けどットを生成する。 [0029] ステップ309において、入力データスト リームS (t) (因1) は、例えばデマルチプレクサ1 れる。データストリームの各々は、ステップ311にお れ1つで乗算される。換書すれば、各特定のデータスト [0030] ステップ313において、サブストリーム 01により、N個のサプストリームS1... SNC分割さ いて (図3)、 紅みベクトルw!!, ..., winのそれぞ であり、jは1からNまでの数数である。

8

ii A

ーフィリング (waterfilling) 」が、ゝに対して過対力 [0035] そして、よく知られたいわゆる「ウォータ f) U t は、特別Uの共役転置行列である。

$$\tilde{\lambda}^{k} = (\nu - \frac{1}{(\lambda^{k})^{2}})^{*}$$

および

$$\sum_{i} \tilde{\lambda}^{k} = P$$

を解くことにより、固有値なについて実行される。ここで、kは、1からMまでの監数の指数、Pは、送信され る魅力、十は、そのアーギュメントが負であるときゼロ に戻り、そのアーギュメントが圧であるとき、アーギュ は、他の金でのエントリがゼロである行列の主対角のエ . aN] により示される正規化された重みベクトルとし られる人を負力に組ひてて、存正成化することにより状 メント自体に戻るオペレータであり、各え~ は、各位 竹列のの各列は、単位電力に基づいて、Φ= [z], ... [zil· .... zin] からなる。そして、田みベクトル wj= [wjj, ..., wjN]は、瓜みベクトルに動り当て レメントとして様々なぇ~ が配置されることを示す。 (ス~1, ..., ス~ル) ひとして定義され、ding て使用され、日々ペクトルは、値別の日々2, 21= みペクトルに対する魅力を表す中間段数である。 [0036] 新しい行列のは、Φ=U<sup>†</sup>diag **餃される。その中の様々な重みは、** 

## $\sqrt{\lambda^i} z_y$

[0037] その後、ステップ407において、快定さ れた点み位が、例えば逆方向チャネルを介して、原方向 リンクの受信機により、原方向リンクの送信機へ供給さ れる。量みは、重み供給器105(図1)中に配置され であり、うはしからとまたの数数である。

みの各々と果算されて、各データストリームに対するN |0038| ステップ409 (図4) において、入力デ ータストリームS(t) (図1) は、例えばデャルチブ に分割される。ゲークストリームの各々は、ステップ4 のそれぞれ1つで無算される。 ここで、1は、1からN までの監数である。故言すれば、各特定のゲータストリ **しムの名 アットは、そのそれぞれの缸みペクトル中の田** レクサ101により、N個のサプストリームS<sub>1</sub>...S<sub>N</sub> 11において (図4)、 国みベクトルWil, ..., wiN 個の瓜み付けピットを生成する。

[0039] ステップ413において、サブストリーム

わらず、そのフベルの祖間のチャホルで遠成され得る最 高の性能および容量が得られるように、MIMOシステ

て、第1の角みから各サブストリームに対して生成され 以上から明らかであるように、Mよりも大きな数のどの た困み付けピットは、第1のアンテナの加算器において 加算され、第2の重みから各サプストリームに対して生 成された虫み付けピットは、第2のアンテナの加算器に サブストリームもゼロとなる。これは、Mが、実際に使 そのようなゼロサブストリームは、加算器111により 生成される和に寄与しない。そして、プロセスが、ステ の各々に対する重み付けピットは、各アンテナ加算器、 おいて加算される。図1に示すように以下回換である。 用され得るサプストリームの数に対応するからである。 別えば、加算器111により結合される。これに関し ップ415において終了する。

のチャネルを使用し、順方向チャネルと逆方向チャネル との間の時間スプリットが小さい場合、順方向チャネル 【0040】 単一のチャネルを履方向チャネルおよび逆 ち向チャネルの両方に対して共用するいわゆる「時分割 二宜」(TDD)システムと共に使用するための本発明 の別の英祐形態において、チャネル応答の推定は、ワイ ヤレスリンクの一方の娼部において実行され得る。これ は、同じ周波数チャネルを順方向チャネルおよび逆方向 チャネルが共用し、いずれかの一時点において交互にそ および迎方向チャネルに対するチャネル応答が回じにな るからである。

ルの受情機と同じチャネル応答となり、順方向リンクの 仮方向チャネルの受信機と同じチャネル応答となり、逆 方向リンクの受信機は、原方向リンクの受信機により以 前に実行された金てのチャネル推定を実行することがで きる。同様に、順方向チャネルの受信機は逆方向チャネ 受信機は、逆方向リンクの受信機により以前に実行され 【0041】したがって、逆方向チャネルの受信機が、 た全てのチャネル権定を実行することができる。

MIMOシステムにおいて、様々なアンテナから送信さ れる信号を、いくらかの相関にも関わらず、受信された 信号からそれらを抽出する受信機の能力を改替するよう に処理することを可能にする方法および装置を提供でき [発明の効果] 以上説明したように、本発明によれば、 [0042]

# (図面の簡単な説明)

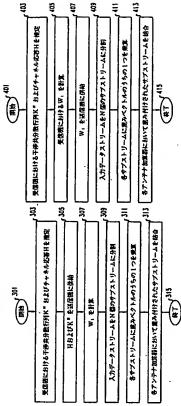
【図1】本発明の原理に従って、いくらかの相関にも関 わらず、そのレベルの相関のチャネルで達成され得る最 あの性能および容量が得られるように、MIMOシステ ムにおいて送信するための信号を生成するための送信機 の例示的な部分を示す図。

(51) Int. C1. 7 [図2] 本発明の原理に従って構成されたMIMOシス 【図3】本発明の原題に従って、いくらかの相関にも関 ゲムのための受信機の例示的な部分を示す図。

207 権定干渉共分散行列およびチャネル応答ユニッ 103-1,103-N アンケナ信号がょくロッパ 117-1, 117-N アップコンパータ 203 ダウンコンパータ 逆方向チャネル 209 重み計算器 201 7ンテナ 107 7ンケナ ムにおいて送信するための信号を生成するための例示的 [図4] 本発明の原理に従って、いくらかの相関にも関 ムにおいて送信するための信号を生成するための別の例 わらず、そのレベルの相関のチャネルで達成され得る最 あの性能および容量が得られるように、MIMOシステ **示的なプロセスをフローチャートの形式で示す図。** 105 血み供給器 逆方向から 101 デマルチプレクサ

**[ 2** 4

[2]



レロントページの統令

H04J 3/00

觀別記名

F

デーマンー」(物化)

**特開平13-237751** 

9

なプロセスをフローチャートの形式で示す図。

【符号の説明】

(図1)

[22]

H04J 3/00

Ξ

(72) 発明者 (11) 出版人 69007259 (11) 出版人 69007259 (12) Murray Hill, New Jo Ne

アメリカ合衆国、10006 ニューヨーク、 ニューヨーク、ウェストストリート 21、 アパートメント 4 - G ゴ ファロク ランドーファロク アメリカ合衆国、94639 カリフォルニア、 フレモント、ピー・オー、ポックス (72)発明者 エンジェル ロザノ

(72) 発明者

レイナルド エー、パレンズエラ アメリカ合衆国、07733 ニュージャージ ー、ホルムデル、パートリッジ ラン 17